

体表面積に関する一考察

西 沢 信・佐 藤 多美子

A Research on the Body Surface Area of Man

by

Makoto Nishizawa・Tamiko Sato

I. 緒 言

体表面積は被服構成学や人間工学の立場等から人体計測の一つとして測定され、被服製作における被服材料の用尺、裁断、縫製、製図や衣服型を考える場合の露出面積、人の動きに際しての表面積変化の検討などの基礎資料として、取扱われたり、また人の体温調節における体熱放散の主体が皮膚であることから気候への適応性を論ずる立場からもとり挙げられる。

本報告は執者が当大学において被服衛生学を講義している過程で後者の問題について触れる時、女子学生や新潟県の場合について、より詳細なデータの必要性を痛感し、受講学生を通じてその家族を含めた年齢、体重、身長等に関するデータを昭和59年から昭和63年の5年間にわたって収集し、主として年齢間、男女間の全体的な体型について体表面積の面から解析を行ったものである。よって部分的体型等については触れないこととした。体重や身長は執者の計測によるものではなく学生を通じて得られた情報であり、これらをもとに藤本による式を適用して体表面積を算出した。

II. 資料及び方法

昭和59年度から昭和63年度における過去5年の被服衛生学受講生に本人を含めた家族の年齢、性別、体重、身長を記入させる用紙を配布し、家に持ち帰って調査、記入してもらった後、回収し、これらのデータをもとに藤本による次の式から体表面積を算出した。このような体表面積を求めるには他に算出図や換算表も作成されている。

$$A = W^{0.444} \times H^{0.663} \times 88.83 \quad (6 \text{ 才以上})$$

$$A = W^{0.423} \times H^{0.362} \times 381.89 \quad (1 \sim 5 \text{ 才})$$

但し A：体表面積 (cm²)，H：身長 (cm)

W：体重 (kg)

なお対象となった受講学生とその家族はほとんど新潟県在住者であり、各地にわたっている。調査対象の年齢、男女構成等は第1表及び第2表に示す。また0～5才については数が少なく同表以外の解析からは除外した。

第1表 年齢構成による体表面積の平均値

〔男性〕

() 内は標準偏差

年 度	年 令	人 数	体重(kg)	身長(cm)	体面積 (cm ²)	体表面積/体重 (cm ² /kg)	体表面積/身長 (cm ² /cm)
59	0 ~ 5	0					
60		0					
61		0					
62		0					
63		0					
59	6 ~ 17	6	55.0(10.8)	165.7(9.4)	15542.7(1987.2)	288.3(29.0)	93.4(7.5)
60		17	54.7(10.9)	168.0(8.1)	15647.3(1878.9)	291.1(26.1)	92.8(7.1)
61		15	48.9(9.6)	161.1(13.1)	14501.9(2005.7)	300.5(22.4)	89.6(6.1)
62		15	56.7(7.7)	169.1(6.6)	15993.8(1227.1)	284.1(16.9)	94.5(5.0)
63		23	56.8(11.4)	168.5(10.7)	15941.8(1953.5)	285.7(26.3)	94.3(7.6)
59	18~25	6	62.7(2.4)	171.8(3.5)	16910.5(221.0)	270.2(8.7)	98.5(2.2)
60		17	62.6(5.6)	173.1(3.9)	16979.0(792.0)	272.2(12.2)	98.1(3.7)
61		10	61.1(6.8)	172.9(4.2)	16780.6(1039.8)	276.1(13.5)	97.0(4.1)
62		24	63.8(7.9)	173.6(3.9)	17141.5(1045.1)	270.7(16.5)	98.7(5.1)
63		25	62.4(5.6)	173.8(5.2)	17005.3(895.3)	273.3(12.2)	97.8(3.6)
59	26~40	2	63.5(7.5)	173.0(5.0)	17079.0(1225.1)	270.5(12.7)	98.6(4.2)
60		2	63.0(0)	171.5(1.5)	16934.8(98.2)	268.8(1.5)	98.8(0.3)
61		4	67.8(2.7)	178.3(3.4)	16780.6(1039.8)	276.1(13.5)	97.0(4.1)
62		5	67.0(6.5)	168.4(4.2)	17180.0(896.0)	257.5(12.3)	102.0(4.0)
63		8	64.4(4.7)	172.8(3.8)	17172.0(728.8)	267.4(10.1)	99.4(3.0)
59	41~60	30	65.5(7.6)	169.2(4.9)	17051.1(1075.6)	262.1(16.4)	100.8(4.9)
60		68	65.6(8.4)	166.5(4.9)	16882.2(1134.2)	259.2(16.7)	101.4(5.4)
61		47	62.9(7.9)	167.1(5.5)	16615.5(1185.5)	266.0(16.7)	99.4(5.1)
62		85	63.3(7.2)	166.6(5.0)	16633.3(1063.8)	264.2(14.1)	99.8(4.5)
63		86	64.1(6.7)	167.4(5.5)	16777.2(979.2)	263.2(14.9)	100.2(4.5)
59	61以上	0					
60		5	56.0(6.6)	158.2(6.9)	15215.5(1068.8)	273.4(15.7)	96.1(4.7)
61		6	57.5(3.7)	160.2(5.2)	15538.0(737.1)	270.6(6.4)	97.0(2.1)
62		8	58.4(11.0)	163.6(8.2)	15830.1(1757.1)	275.1(22.1)	96.5(6.8)
63		3	56.3(3.3)	164.3(0.5)	15657.9(414.4)	278.3(9.0)	95.3(2.5)

第2表 年齢構成による体表面積の平均値

〔女性〕

() 内は標準偏差

年 度	年 令	人 数	体重(kg)	身長(cm)	体表面積(cm ²)	体表面積/体重 (cm ² /kg)	体表面積/身長 (cm ² /cm)
59	0 ~ 5	0					
60		1	12.0(-)	85.0(-)	5456.1(-)	454.7(-)	64.2(-)
61		0					
62		1	11.0(-)	90.0(-)	5368.9(-)	488.1(-)	59.7(-)
63		2	11.0(3.0)	84.0(11.0)	5098.5(968.5)	474.8(41.5)	61.4(2.4)
59	6 ~ 17	7	49.6(6.8)	158.3(4.7)	14417.1(1148.1)	293.3(18.1)	91.0(4.8)
60		17	47.4(7.8)	154.6(8.0)	13896.7(1369.3)	297.0(23.5)	89.8(5.8)
61		20	46.5(4.9)	155.1(5.4)	13830.3(847.2)	299.0(16.4)	89.1(3.9)
62		17	49.2(3.8)	115.8(4.3)	14238.2(682.7)	289.9(10.7)	91.3(2.7)
63		26	47.3(8.2)	155.7(9.9)	13967.2(1666.9)	299.4(23.3)	88.9(5.8)
59	18 ~ 25	57	49.8(4.6)	158.6(4.6)	14460.3(748.0)	292.4(14.1)	91.1(3.6)
60		81	50.6(5.1)	158.4(4.9)	14542.9(802.2)	289.1(13.9)	91.9(3.7)
61		62	50.0(5.1)	159.4(4.7)	14547.8(855.7)	292.3(13.3)	91.2(3.6)
62		112	50.1(6.5)	158.3(4.4)	14491.7(945.2)	290.9(16.0)	91.5(4.5)
63		98	50.9(5.6)	159.8(4.7)	14675.4(896.4)	290.3(14.8)	91.8(4.0)
59	26 ~ 40	2	52.0(2.0)	163.5(5.5)	15068.1(593.3)	289.8(0.3)	92.1(0.5)
60		4	50.3(4.0)	158.0(2.8)	14500.6(667.1)	289.3(9.8)	91.7(2.8)
61		3	51.7(2.9)	157.3(4.5)	14634.9(291.6)	283.9(13.1)	93.1(2.9)
62		8	54.6(7.4)	157.5(4.1)	14992.2(942.5)	277.1(19.5)	95.2(5.6)
63		2	54.0(4.0)	157.5(5.5)	14945.8(837.8)	277.1(5.0)	94.8(2.0)
59	41 ~ 60	32	52.5(5.1)	155.1(4.4)	14589.0(719.4)	279.4(14.7)	93.8(4.1)
60		65	53.8(7.1)	154.7(5.1)	14726.2(1007.1)	276.0(18.1)	95.2(5.2)
61		53	51.5(6.3)	154.2(4.8)	14404.5(929.7)	281.8(17.1)	93.2(4.8)
62		85	52.3(5.9)	154.5(4.5)	14527.6(859.3)	279.5(16.4)	94.0(4.5)
63		89	53.4(6.9)	154.9(4.3)	14683.3(962.5)	277.4(17.8)	94.7(5.1)
59	61以上	3	56.0(17.0)	152.0(9.9)	14750.8(2561.8)	272.6(30.6)	96.4(10.5)
60		9	50.6(7.5)	146.2(4.0)	13778.6(917.7)	275.9(23.7)	94.3(6.2)
61		8	49.8(10.8)	149.6(3.8)	13854.3(1392.1)	285.6(33.6)	92.6(8.8)
62		15	47.2(4.8)	149.0(41.8)	13552.3(745.6)	289.0(17.2)	90.9(4.1)
63		14	47.2(7.1)	148.1(6.0)	13479.9(1006.5)	288.9(23.4)	91.1(6.1)

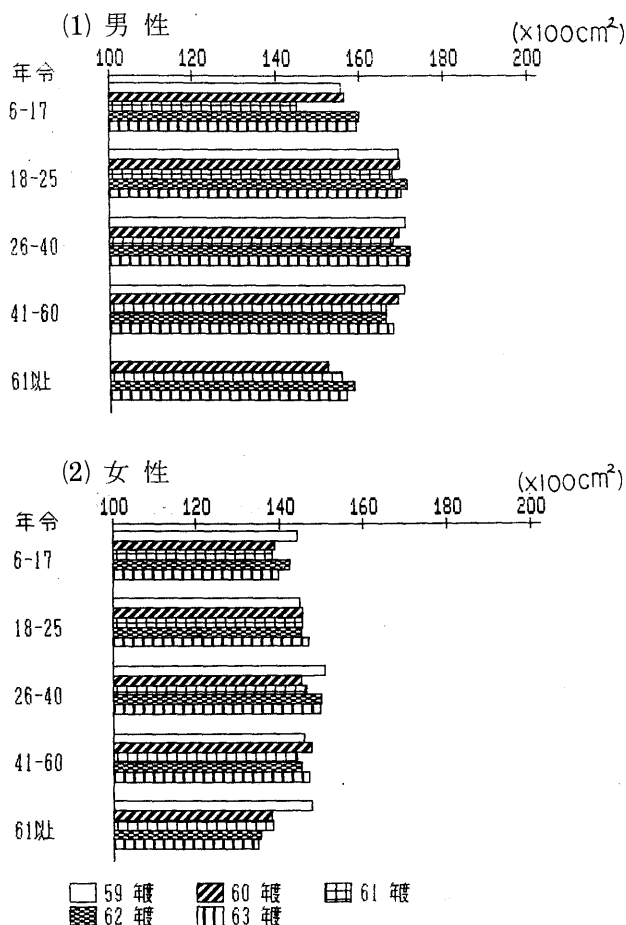
Ⅲ. 結 果

(1) 体表面積の概括

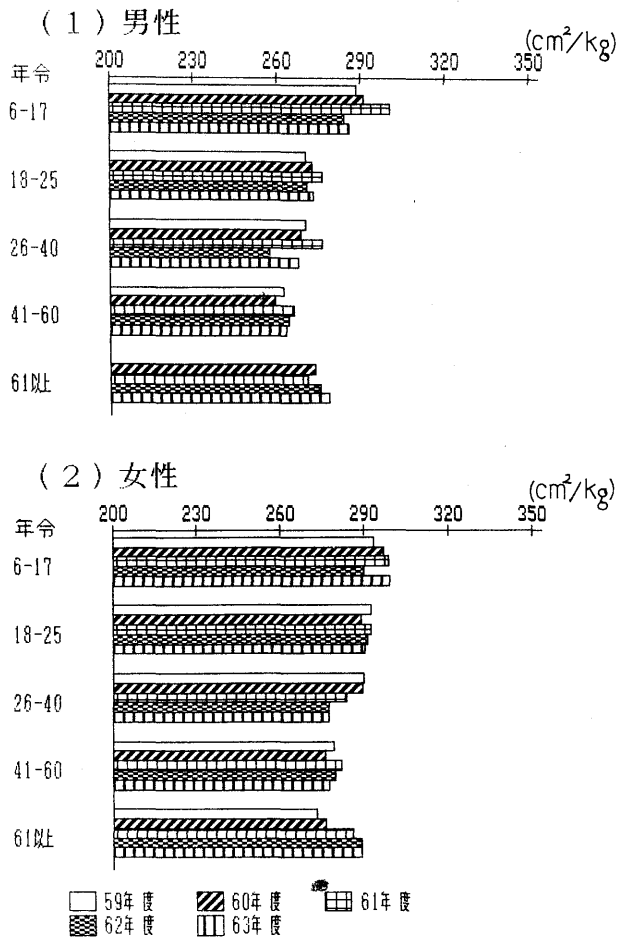
新潟県における0才からの身長、体重については全国規模の体格調査報告書⁴⁾や小中高校生については文部省統計調査報告書等で見ることができるが生のデータは見当らず、学生を中心としたものでもなく、これらを利用することはできない。

前述の式にもとずき体表面積を算出した結果を概略的に把握するため年度別に年齢を6—17, 18—25, 26—40, 41—60, 60才以上の5層に分類し、これらの層ごとの平均値と標準偏差を求め、男女についてそれぞれ第1表、第2表に示した。また体表面積/体重及び体表面積/身長についてもそれぞれ個人ごとに算出して求めた平均値を同表に示した。年齢層による収集データ数にバラツキがあり、特に0—5才の男子では0で算出式も異なることから先に述べた如くこの年齢層は除外した。

第1、第2表から年齢層と体表面積についてその関係を第1図(1), (2)に男女別に又年齢層と体表面積/体重{以後この比を体表面積比(体重)と称す。}の関係は第2図の(1), (2)に男女別に示した。



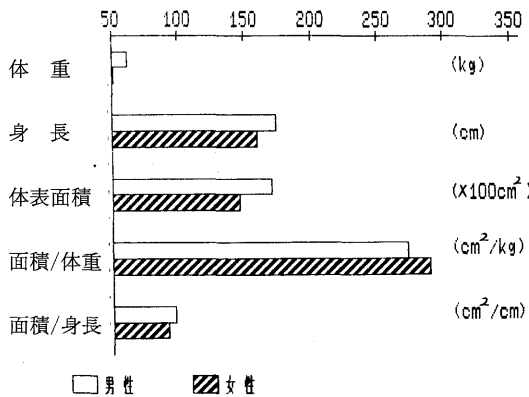
第1図 年齢層と体表面積



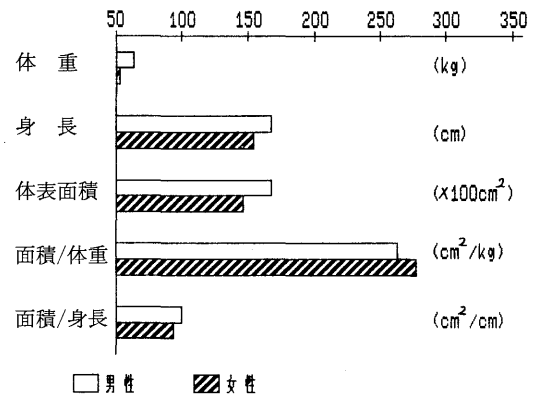
第2図 年齢層と体重当りの体表面積

年度別には目立った変化は見られないが体表面積は男女を問わず26—40才代が大きく、第2図の体表面積比(体重)では概略的には男女とも41—60才代が最小を示している。

このことは若い年齢層が順調に身長、体重等体格が向上している結果と判断すると41—60才代



第3図 18—25才代の男女比較



第4図 41—60才代の男女比較

の年齢層では身長が伸びないにも関わらず体重の増加が続いていて、これらのバランスを逸し始める年齢層であることを伺わせるものである。なお第3図、第4図に18—25才代、41—60才代の63年度の体表面積、体表面積比（体重）等男女比較を示した。

(2) 体表面積の年齢変化

年齢による変化をより詳細に検討して見ることにする。しかし年齢について見る時、成熟の年齢変化にもとづく要因があり、変化量をそのまま年齢による体格等の変化とみなせない面のあることを付記しておく。

61—63年度の6才以上の全データを用いて男女別に散布図で示したのが第5図(1), (2)である。

ここでデータ数は男性で $N=364$ 女性で $N=612$ である。これらの散布図及び第1図や第2図より50才近傍をピークにもつ放物線を示していることから最小二乗法を適用して二次式を導くと男性の場合適合度が標準偏差12.488で $Y = -0.0133X^2 + 1.092X + 147.073$ 女性の場合標準偏差9.778で $Y = -0.00848X^2 + 0.635X + 135.375$ を得る。但し $100Y$ (cm^2) は体表面積、 X は年齢である。これらの式にもとづいて年齢との関係をプロットすると第6図のようになり、男性ではそのピークが45才付近、女性ではやや年齢の下った39才近傍という結果が得られる。このピークを示す年齢は女性では産後の影響や体脂肪分の体重に占める割合が約30%といわれるがこの体脂肪比率の増加し始める年齢とも推定される。これは体型の変化が女性の方が早い年齢で起きていることを示唆しているといえよう。

体型を示す簡単な方法の一つにRohrerによって提案されているRohrer indexがある。^{3), 6)}

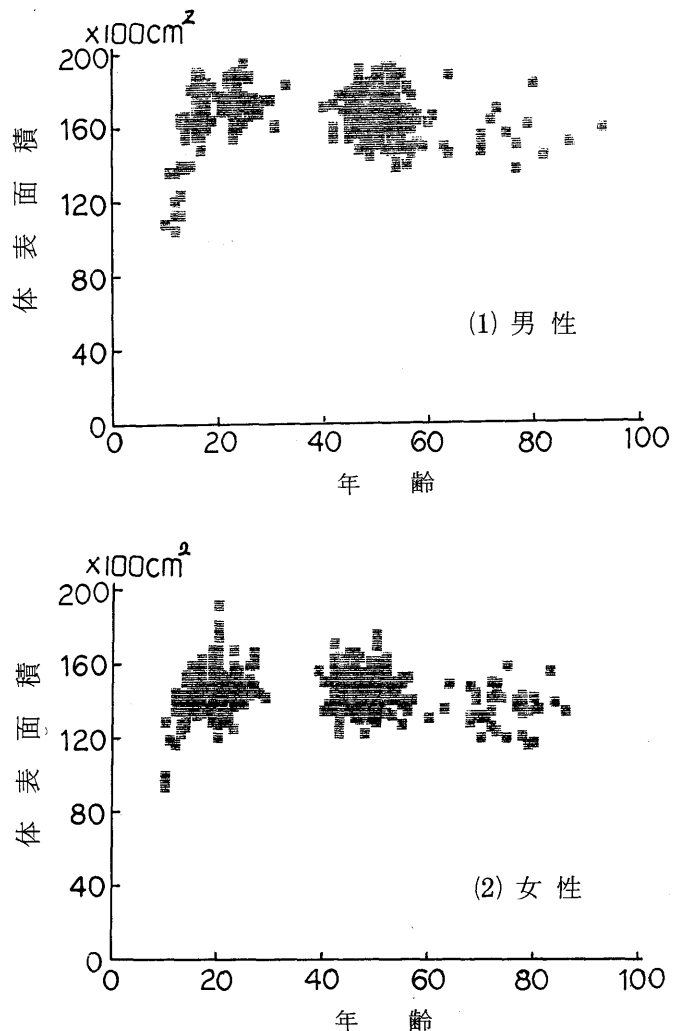
このRohrer indexを全データについて算出して年齢との関係で

男女別に散布図で示したのが第7図(1), (2)である。これも二次式が成立するものとしてその式を求めて第8図に示したがデータとの適合度は標準偏差で男女ともに15.6程度でほぼ同じで

男性では $Y = -0.0141X^2 + 1.568X + 93.699$

女性では $Y = -0.0066X^2 + 1.015X + 108.510$

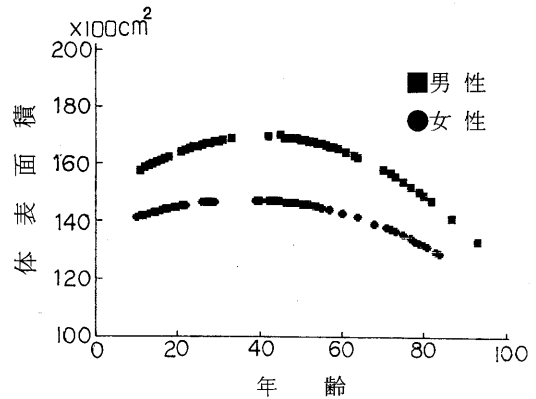
Y : Rohrer index, X : 年齢



第5図 体表面積と年齢

これらにもとづくRohrer indexの年齢変化は第8図のように示すことができる。

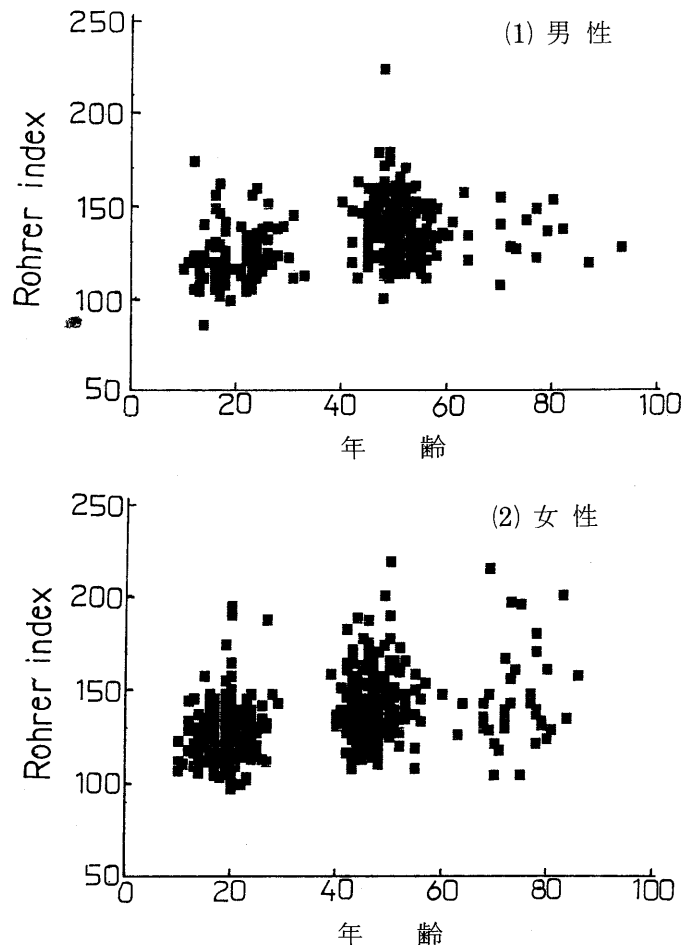
乳幼児のRohrer indexは160以上で男子は12~14才、女子は10~11才頃に最低となり、日本人では最も痩せて見え、この年齢が変移点で以後年齢と共に身体は充実していくといわれる⁶⁾。また全国調査によると女子では30才以後急激に増大して、肥満型になっていき男子では20才代から増大が始まるが、増加率は年齢と共に小さくなり、40才代後半からはほとんど変化がなくなると報告されている⁴⁾。本調査では6才以上のためか最小値は見られず文献6)による結果を実証することはできないが文献4)による1978~1981年の20才以上の結果と比較すると30才以後男女の開きが増大していたのに対し、ここでは40才代以後に開きが増大していく傾向が見られる。



第6図 体表面積の年齢変化

(3) 体表面積比(体重)の年齢変化

体型と気候について考える時体表面積は輻射熱や伝導・対流等による放熱に大きな関係を持つ。そしてこのようなことを考察する時体表面積そのものより体重に対しての体表面積の比率が重要となる。人が寒冷に遭遇する時の手足の冷たさは一つにはこの部位の表面積自身は小さいものの質量当りの表面積は他の部位に比し、極めて大きく、放熱にはより有利なことによることは良く知られていることである。寒冷な気候では体重に比べて体表面積の小さいことが望ましく、このことは動物においてはベルグマンの生態学的法則としても知られている⁷⁾。日本人を含むモンゴロイド系の人々について体表面積比(体重)と居住地の年平均気温がベルグマンの法則に沿った傾向を示し、マニラなど年平均気温が30℃近い所に居住する人種とそれが15℃近い東京に居住する日本人ではこの体表面積比(体重)は前者の方が大きく放熱に有利な体型をしていること、又男女でも女性の方が大きいことなども知ら



第7図 Rohrer indexと年齢

れている。乳幼児のそれは成人の倍以上で放熱に有利な体型であることは計算によって明らかである。

以上のように単なる体表面積より体重当りの体表面積—体表面積比（体重）—が重要であり、ここでは年齢との関係を考察する。

全データを男女別にプロットすると一次関数ないし二次関数で示されることが推定されたが後者での適合度が高い結果を与えることがわかった。即ち男性については

$$Y = 0.020X^2 - 1.748X + 310.019$$

(標準偏差16.450)

女性については

$$Y = 0.014X^2 + 1.358X + 312.982$$

(標準偏差17.783)

これらの式から求めた結果が第9図である。

最小値が存在するがその後年齢の高くなるにつれ男女は同じ値に収束し、年齢の低い側でもまた大きくなり男女は同じ値に収束していくことが推定される。しかし低年齢側で外挿して得られる値は実際よりかなり小さくなるがこれは5才以下のデータがないところから導いた式によるからである。乳幼児や老人を除けば一般的には女性は男性より大きな体表面積比（体重）で40～50才代で最小値を示しかつこの年齢層で男女の違いが最も大きくなることがわかる。又女性の方がやや低い年齢で最小値に達していることは先の体型変化の点と一致する所である。

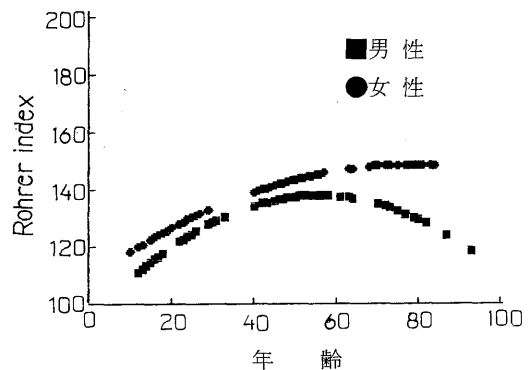
体熱放散の90%近くは体表面から放散されるが乳幼児や老人を除けば女性の方が外界への熱放散は大きいことになり、寒冷暴露時の産生熱に体する放散熱の割合は男性より大きくなることを示すものである。しかし先に述べた如く体重に対する体脂肪比率は女性では男性の約2倍と高く、この皮下脂肪分の断熱性により女性の断熱性が優れているものといわれている。また体格の面から加齢と共にこの体表面積比（体重）が女性では40～50才、男性では45～55才頃まで減少を続けていることはこの皮下脂肪厚が厚くなることによることを意味するものと解釈される。19,20才代の女子学生についてこの体表面積比（体重）を同年代の男性と40才代の男女と比較して第3表に示した。

但し、19,20代の男性のデータが少ないため60～63年の18～25才の場合を記した。19～20才の男性と41～50才の女性との間でのみ危険率5%で有意となるが、他のどの関係においても危険率1%で有意差が認められる。これらの年齢間、男女間での体型の違いが明らかとなる。

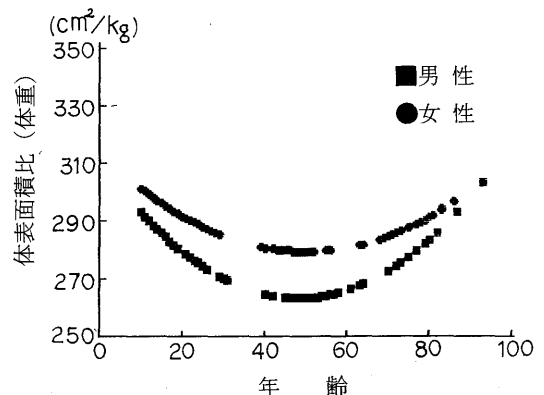
さらに身長当りの体表面積も瘦身、肥満体型を

表す1つの指標とみられるが各個人についてこの体表面積比（身長）を求め、男女間で先の体表面積比（体重）との関係式を導くと第10図の如き曲線関係（二次式）が高い精度で求められる。（適合度は標準偏差で男性の場合4.46、女性では3.80を得る。）

同図での横軸の75cm²/cmより小さい側は式にもとづく推定値である。これより大きい側で



第8図 Rohrer indexの年齢変化



第9図 体表面積比（体重）の年齢変化

はほぼ直線で男女間での相違は見られないが体表面積自身、体重、身長のみから求められていることから当然の結果といえよう。年齢上でいえば10～80才の間がほぼ直線で示されていることになる。第9図の結果と併せると老人や低年齢のもののほど体表面積比（体重）が高くかつ体表面積比（身長）が小さく横軸上の左方に寄っている。又最も右端の方は40～60才代で体表面積比（体

第3表 20代、40代の体重当りの体表面積

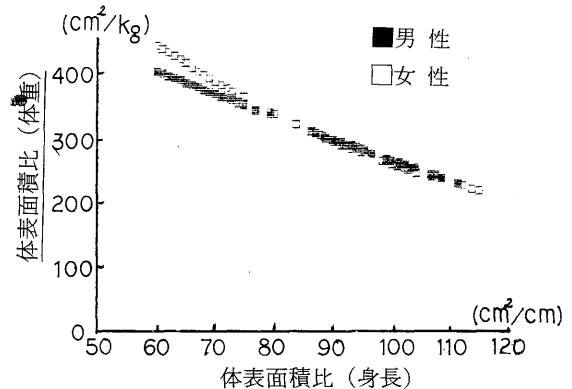
() 内は標準偏差

年齢層	男 女	男 性 (cm^2/kg)	女 性 (cm^2/kg)
19～20		272.61 (13.98) [N=76]	290.15 (14.93) [N=295]
41～50		261.88 (16.09) [N=153]	278.39 (17.95) [N=239]

重) が小さく体表面積比（身長）も小さい。20～30才代はこの間にあり、年齢と共に40～60才代の体型に近づいていくことを示唆する。特に横軸上の $75\text{cm}^2/\text{cm}$ 以下の乳幼児、低学年の小学生であり女子の結果からこの両者の関係が指数関数的に変化していくことが推定される。体表面積の算出に全年齢に同一の式が適用できないことを示していると考えられる。又これらの結果は10才前後以上の年齢では男女を問わず、年齢に関係なく瘦型即ち体表面積比（身長）が大きくなると体表面積比（体重）は減少することを示す。人の体型を肥満型と細長型とに大別する場合があるが前者は四肢が比較的短く肩巾が狭く、胴が大きい、また皮下脂肪が良く発達し、全体に丸味を帯た体型といわれる⁷⁾。この体型では体表面積比（身長）は大きくなる。同図からこのような場合体表面積比（体重）が小さくなることを示すもので右端の40～60才代がこれに近い体型である。細長型は縦の長さの発育に比べ、横の長さや前後の厚みの発育が劣っている体型で骨格、筋肉、皮下脂肪の発達が良くなく、皮下脂肪が少ないといわれ同図では体表面積比（身長）の小さい推定値として示した年齢の低い層に相当し、体表面積比（体重）が大きい。これら両者の中間型の存在することが同図より推定される。エルンスト・クレッチマーよると闘士型と分類される体型を前述の2体型に加えて挙げているがこれは骨格や筋肉の発達が良く肩巾が広く、下腹部から腰にかけては狭く引き締まっていて四肢は大きい。丈夫で強いという印象の体格であるといっている⁷⁾。

仮にこの説を同図に適用するとすれば体表面積比（身長）の中間の体表面積比（体重）を持っている者がこの闘士型に属すると考えて良いであろう。

そしてここに属するのは20～30才代となるが先に見たように同図では老人がここに属しているが曲線上では $70\text{cm}^2/\text{cm}$ に近い所にデータが集中していることから細長型と考えるのが妥当である。以上のことからエルンスト・クレッチマーの説による体型の3分類は人種への適応のみで



第10図 体表面積比（体重）と体表面積比（身長）の関係

なく年齢層によって体型を考慮する上に便利な示唆を与えてくれるものと思われた。

IV 総 括

人の寒暑への適応性等を考える時の一つの指標として体表面積は重要な要因である。もとよりこの体表面積は体重と身長から算出されるものでこれらの分布状況を把握するに等しいものでもある。しかし人の体格等を全体的に見る時有用な示唆を与えるものと思われる。この面から今回は学生を通して得られた生のデータをもとに体表面積を算出し、特に年齢と性差の問題から解析を試みた。

学生を通した有意抽出法にもとづくものでデータの年齢的偏り、数値自身の信頼性に問題が無いとはいえないが標準偏差を考慮すれば妥当な結果が現われており、新潟県全体について推定する時の一つの目安となるものと思われる。

参考文献

- 1) 古松弥生他：家政学雑誌，40，919（1989）
- 2) 例えば庄司光：被服衛生学概説，光生館（1989）
- 3) 人間工学人体計測編集委員会：The Measuer of Man，日本出版サービス（1980）
日本人間工学会衣服部会：被服と人体，人間と技術社（1970）
- 4) 通産産業省工業技術院：日本人の体格調査報告書，日本規格協会（1984）
- 5) 文部省：学校保健統計調査報告書，大蔵省印刷局（1988）
- 6) 小川安朗：被服学事典，朝倉書店（1976）
- 7) 佐藤方彦：人間と気候，中公新書（1987）
- 8) 吉田敬一：人間の寒さへの適応，技報堂出版（1986）